

УДК 621.039

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЭС

**Д. А. Агеев¹, Д. Н. Орлов², Т. Д. Торопов³,
М. А. Вольман⁴, М. Н. Мечтаева⁵**

^{1,2,3,4,5} Ивановский государственный энергетический университет
имени В. И. Ленина, Иваново, Россия

⁵ maria.mechtaeva@mail.ru

Аннотация. В работе представлен способ снижения затрат энергии на собственные нужды атомной электрической станции путем создания моделей оборудования систем собственных нужд, анализа и совершенствования режимов его эксплуатации. В качестве основного инструмента решения поставленных задач рассмотрены технологии нейросетевого моделирования и их аналоги. Применение результатов работы при модернизации существующих агрегатов и в ходе проектирования нового оборудования позволит повысить эффективность выработки электрической энергии на энергоблоке станции.

Ключевые слова: атомная электрическая станция, собственные нужды, эффективность, нейросетевое моделирование

INCREASING THE ENERGY, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF NUCLEAR POWER PLANT

**D. A. Ageev¹, D. N. Orlov², T. D. Toropov³,
M. A. Volman⁴, M. N. Mechtaeva⁵**

^{1,2,3,4,5} Ivanovo State Power University named after V. I. Lenin, Ivanovo, Russia

⁵ maria.mechtaeva@mail.ru

Abstract. The paper presents a method for reducing energy consumption for auxiliary needs of a nuclear power plant by creating models of equipment for auxiliary systems, analyzing and improving its operation modes. Neural network modeling technologies and their analogues are considered as the main tool for solving the set

tasks. The application of the work results during the modernization of existing units and during the design of new equipment will increase the efficiency of electric power generation at the power unit of the power plant.

Keywords: nuclear power plant, auxiliary needs, efficiency, neural network modeling

В настоящее время особую актуальность приобрел вопрос эффективной и безопасной эксплуатации действующего оборудования атомных электростанций (АЭС). Большинство установленных на действующих АЭС РФ агрегатов были спроектированы в 50–70 гг. XX в. в соответствии с уровнем научно-технологического развития того времени. Экономический кризис, длившийся с конца 1980-х до 2000-х гг., не позволил уделить должного внимания созданию нового оборудования и модернизации существующего. Таким образом, морально устаревшее оборудование, подверженное естественному износу, не может быть эффективным и конкурентоспособным в современных реалиях.

В последнее десятилетие издан ряд нормативно-правовых документов, направленных на решение проблемы энергоэффективности в различных отраслях промышленности: 1) федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ; 2) ГОСТ Р ИСО 50001–2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» и др. В 2014 г. «Росэнергоатом» прошел успешную сертификацию на требования международного стандарта ISO 50001.

Внедрение этого стандарта обязывает администрации атомных станций проводить мероприятия по улучшению энергоэффективности, энергобезопасности и энергопотребления. В энергетической политике компании «Росэнергоатом» для каждой атомной электростанции сформулированы стратегические цели, направленные на снижение затрат тепловой и электрической энергии, отпускаемой на собственные и хозяйственные нужды станции.

В рамках программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности важной задачей становится проведение технологических мероприятий по оптимизации работы оборудования и систем. Это позволит увеличить выработку электрической энергии при сохранении или снижении уровня эксплуатационных затрат, отпускаемых на работу атомной электрической станции.

В настоящее время для увеличения выработки электроэнергии на АЭС проводится ряд мероприятий по повышению эффективности работы оборудования собственных нужд путем анализа и совершенствования режимов его эксплуатации [1].

Объектом исследования в рамках выполняемой работы является оборудование второго контура энергоблоков атомных электрических станций (турбопитательные насосы, вакуумная система, системы регенеративного подогрева).

Целью работы является разработка специализированного программного средства, позволяющего выполнять анализ работы оборудования систем питательных турбонасосов, регенеративного подогрева, вакуумной системы с использованием технологий нейросетевого моделирования и формирующего рекомендации для оперативного персонала, направленные на оптимизацию потребления энергии оборудованием.

Способы повышения эффективности эксплуатации подразумевают исследование работы оборудования или его модели в различных эксплуатационных ситуациях, сопровождаемых изменением режимных параметров в широком диапазоне [2]. Среди имеющихся подходов к созданию моделей работы тепломеханического оборудования электрических станций рассмотрены следующие методы: регрессионный анализ, детерминированные методы моделирования, физический модельный эксперимент, натурный активный эксперимент, нейросетевое моделирование. Сравнение перечисленных подходов проводилось по следующим критериям: стоимость создания модели, стоимость работы с моделью, трудоемкость и требования к квалификации исследователя, точность моделирования и возможный диапазон исследуемых параметров.

Метод нейросетевого моделирования [3] обладает достаточной точностью для решения задач, поставленных в рамках работы, не требуя при этом значительных материальных затрат на его применение.

Преимуществом использования нейросетевой технологии при обработке информации для каждого агрегата является учет особенностей его эксплуатации с высокой степенью точности. Нейросетевая модель способна спрогнозировать поведение оборудования при изменении различных эксплуатационных данных во времени с погрешностью, не превышающей 2 %.

Используя полученные нейросетевые модели, в любых эксплуатационных условиях может быть подобран комплекс тепломеханиче-

ских параметров, при которых агрегат будет работать с наибольшей эффективностью [4].

Такая технология даст возможность повышения качества проводимого анализа работы тепломеханического оборудования АЭС, определения технически обоснованных норм расхода энергии на агрегаты, поиска оптимальных режимов эксплуатации оборудования АЭС, что, в свою очередь, снизит себестоимость отпускаемой электроэнергии.

Список источников

1. К вопросу о повышении эффективности эксплуатации тепломеханического оборудования АЭС / Н. А. Лоншаков [и др.] // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тез. докл. XXII Международ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. М. : МЭИ, 2016. Т. 3. С. 24.
2. Дунаев В. А., Лоншаков Н. А., Горбунов В. А. К вопросу о повышении эффективности и безопасности эксплуатации тепломеханического оборудования АЭС // Глоб. ядер. безопасность. 2015. № 2 (15). С. 63–70.
3. Горбунов В. А. Использование нейросетевых технологий для повышения энергетической эффективности теплотехнологических установок. Иваново : Иван. гос. энергет. ун-т им. В. И. Ленина, 2011. 475 с.
4. Горбунов В. А., Лоншаков Н. А., Дунаев В. А. Повышение эффективности работы тепломеханического оборудования АЭС с использованием нейросетевых технологий // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XVIII Бенардосовские чтения) : материалы Международ. науч.-техн. конф. Иваново : ИГЭУ, 2015. Т. 2. С. 51–54.